

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002076783  
PUBLICATION DATE : 15-03-02

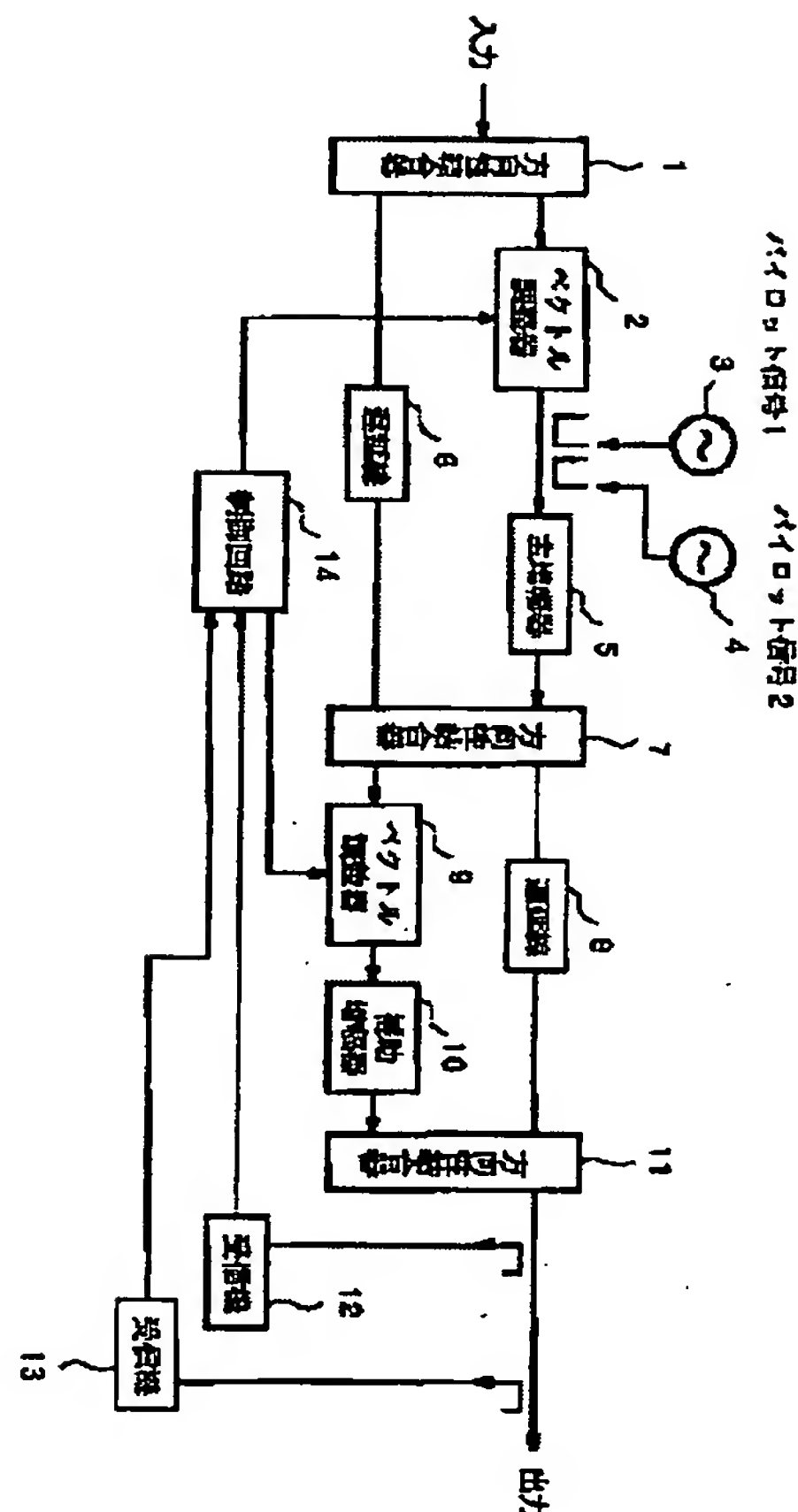
APPLICATION DATE : 29-08-00  
APPLICATION NUMBER : 2000258372

APPLICANT : HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC;

INVENTOR : YONENAGA KANICHI;

INT.CL. : H03F 1/32

TITLE : AMPLIFIER DEVICE



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To optimize the amount of loop suppression of an amplifier device which has a distortion detecting loop and a distortion eliminating loop, using pilot signals.

**SOLUTION:** For example, the distortion detecting loop includes a dividing means 1 to divide input signals, a combining means 2 and 3 to combine one divided signals with plural pilot signals different in frequency, an amplifier 5 to amplify the combined signals and a distortion detecting means 7 to detect distortion components, caused by the amplifier, and the like (distortion components and pilot signals) from the amplified signals and the other divided signals. The distortion eliminating loop includes an adjusting means 9 capable of changing the amplitude and phase of the distortion components and the like and a distortion eliminating means 11 to eliminate the distortion components and the like of the amplified signals using the distortion components and the like from the amplified signals and the adjusting means 9. A control section includes detecting means 12 and 13 to detect the level of plural pilot signals in the amplified signals after elimination of the distortion and a control means 14 to control the adjusting means 9 based on the detected level.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-76783

(P2002-76783A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 3 F 1/32

識別記号

F I

H 0 3 F 1/32

テ-7J-ト\* (参考)

5 J 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-258372(P2000-258372)

(22) 出願日 平成12年8月29日 (2000.8.29)

(71) 出願人 000001122

株式会社日立国際電気

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 米永 寛一

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際

電気株式会社内

(74) 代理人 100098132

弁理士 守山 辰雄

Fターム(参考) 5J090 AA01 CA21 FA20 GN02 GN05

KA00 KA15 KA26 KA68 MA14

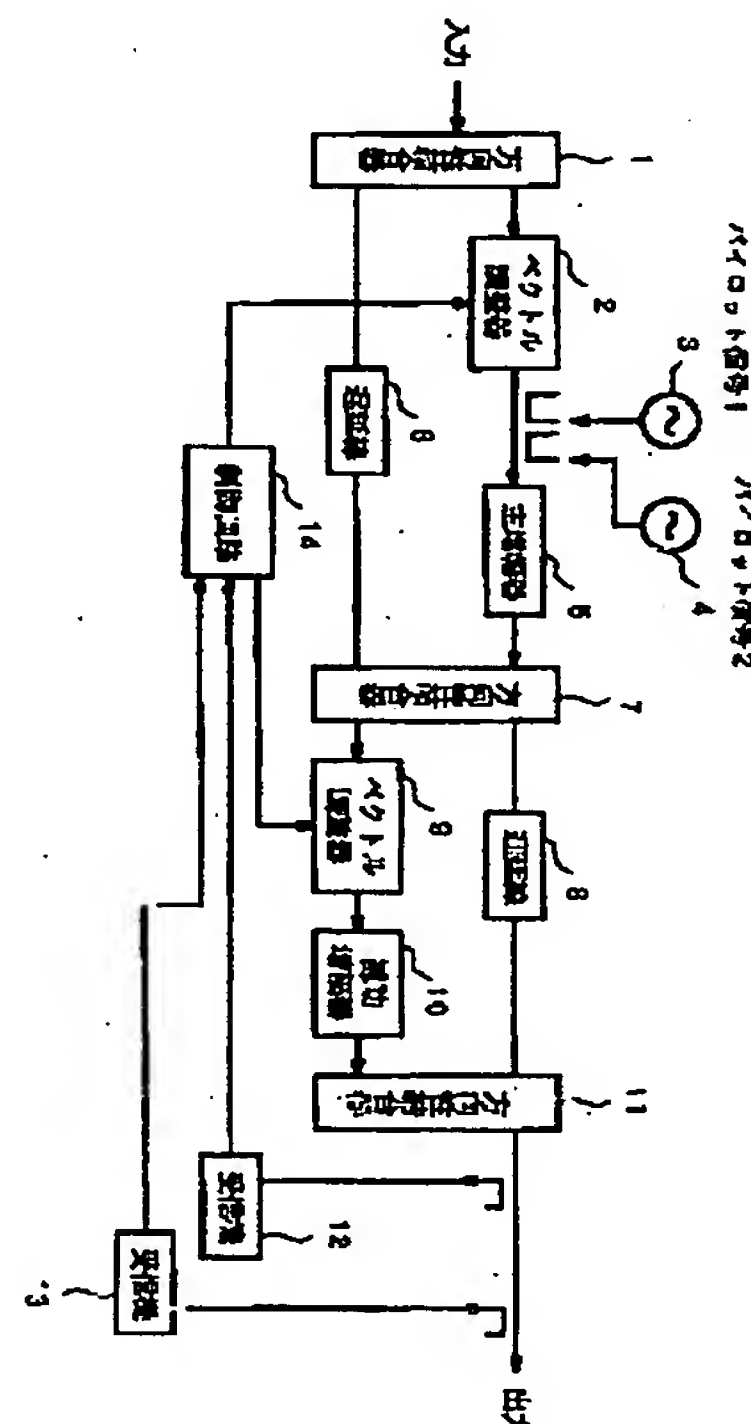
MA20 TA03

(54) 【発明の名称】 増幅装置

(57) 【要約】

【課題】 歪検出ループと歪除去ループを備えた増幅装置で、パイロット信号を用いてループの抑圧量を最適化する。

【解決手段】 例えば、歪検出ループでは分配手段1が入力信号を分配し、合成手段2、3が一方の分配信号と周波数の異なる複数のパイロット信号とを合成し、増幅器5が合成信号を増幅し、歪検出手段7が増幅信号と他方の分配信号とから増幅器での歪成分等（歪成分及びパイロット信号）を検出する。歪除去ループでは歪成分等の振幅や位相を変化させ得る調整手段9を有し、歪除去手段11が増幅信号と調整手段9からの歪成分等とを用いて増幅信号から歪成分等を除去する。制御部では検出手段12、13が歪除去後の増幅信号中の複数のパイロット信号のレベルを検出し、制御手段14が当該レベルに基づいて調整手段9を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力した信号を分配する分配手段と、一方の分配信号とパイロット信号とを合成するパイロット信号合成手段と、当該合成信号を増幅する増幅器と、当該増幅信号と他方の分配信号とを逆相加算することにより前記増幅器で発生した歪成分及びパイロット信号を検出する歪検出手段とを有した歪検出ループと、歪検出ループにより検出された歪成分信号及びパイロット信号の振幅及び位相の少なくともいずれか一方を変化させることが可能なベクトル調整手段と、歪検出ループから出力された前記増幅信号とベクトル調整手段から出力された歪成分信号及びパイロット信号とを逆相加算することにより当該増幅信号から歪成分及びパイロット信号を除去する歪除去手段とを有した歪除去ループと、歪除去ループから出力された歪除去後の前記増幅信号に含まれるパイロット信号のレベルを検出するパイロット信号レベル検出手段と、検出されるパイロット信号のレベルが小さくなるようにベクトル調整手段による変化を制御する制御手段とを有した制御部とを備えた増幅装置において、パイロット信号合成手段は周波数の異なる複数のパイロット信号を一方の分配信号と合成し、パイロット信号レベル検出手段はこれら複数のパイロット信号のレベルを検出し、制御手段は検出される複数のパイロット信号のレベルに基づいてベクトル調整手段による変化を制御することを特徴とする増幅装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、歪検出ループにより入力した信号を増幅器で増幅するとともに当該増幅器で発生した歪成分を検出し、増幅した信号から歪除去ループにより歪成分を除去する増幅装置に関し、特に、パイロット信号を用いてループの抑圧量を最適化する技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】信号を増幅器で増幅する増幅装置では、例えば信号を増幅器で増幅するときに発生する相互変調歪や雑音等といった歪成分を増幅信号から除去すること（歪補償）を行うために、歪検出ループや歪除去ループから成る歪補償回路を備える場合がある。図4には、このような増幅装置の一例として、歪補償回路を備えた（フィードフォワード型）共通増幅装置の構成例を示してある。

【0003】同図に示した増幅装置には、3つの方向性結合器（第1方向性結合器～第3方向性結合器）1、7、11と、2つのベクトル調整器（第1ベクトル調整器、第2ベクトル調整器）2、9と、主増幅器5と、2つの遅延線（第1遅延線、第2遅延線）6、8と、補助増幅器10と、パイロット信号発生器31と、（パイロット信号）受信機32と、制御回路33とが備えられて

おり、この増幅装置では以下に示すように、例えば増幅対象となるマイクロ波帯の多周波信号（マルチトーン）を第1方向性結合器1から入力し、当該信号を主増幅器5で増幅等した後に第3方向性結合器11から出力する。

【0004】第1方向性結合器1は、例えば1つの入力端と2つの出力端とを有しており、入力端から増幅対象となる多周波信号を入力する一方、入力した多周波信号を2つの信号に分配して、分配した各信号を各出力端からそれぞれ第1ベクトル調整器2と第1遅延線6へ出力する。第1ベクトル調整器2は、例えば後述する制御回路33による制御に従って信号の振幅や位相を調整する機能を有しており、第1方向性結合器1から入力された信号の振幅や位相を調整して、当該信号を主増幅器5へ出力する。なお、振幅や位相の調整の仕方については後述する。

【0005】また、パイロット信号発生器31は、所定の周波数の信号をパイロット信号として発生させる機能を有している。そして、発生させられたパイロット信号は、例えば結合器を用いて、第1ベクトル調整器2から主増幅器5に対して出力される信号と合成させられる。すなわち、主増幅器5には、第1ベクトル調整器2から出力される信号とパイロット信号発生器31から出力されるパイロット信号とを合成した信号（合成信号）が入力される。

【0006】主増幅器5は、信号を増幅する増幅器から構成されており、第1ベクトル調整器2から入力された信号（前記合成信号）を増幅して第2方向性結合器7へ出力する。ここで、主増幅器5から出力される増幅信号には、例えば入力された多周波信号を増幅する際に発生した相互変調歪や雑音等といった歪成分が含まれる。第1遅延線6は、信号を伝送する機能を有しており、第1方向性結合器1から入力された信号を伝送して第2方向性結合器7へ出力する。なお、第1遅延線6から第2方向性結合器7に入力される信号には、上記のような歪成分（増幅器で発生する歪成分）やパイロット信号は含まれない。

【0007】第2方向性結合器7は、例えば2つの入力端と2つの出力端とを有しており、一方の入力端には上記した主増幅器5から出力された増幅信号が入力され、他方の入力端には上記した第1遅延線6から出力された信号が入力される。そして、第2方向性結合器7は、前記一方の入力端から入力した増幅信号（の所定の割合分）を一方の出力端から第2遅延線8へ出力するとともに、当該増幅信号（の残りの割合分）と前記他方の入力端から入力した信号とを加算して得られる信号を他方の出力端から第2ベクトル調整器9へ出力する。

【0008】ここで、第2方向性結合器7で加算される上記した2つの信号（すなわち、第2方向性結合器7に入力される2つの信号）は、上記した第1ベクトル調整



器2での振幅位相調整等により逆相（すなわち、互いに位相が $180^\circ$ 反転している状態）で加算されるように制御されており、これにより、上記した第2方向性結合器7の他方の出力端からは、主増幅器5で発生した増幅信号中の歪成分（歪成分信号）及び増幅信号中のパイロット信号が検出されて第2ベクトル調整器9へ出力される。上記した第1ベクトル調整器2では、このような逆相加算が実現されるように振幅や位相の調整が行われる。

【0009】なお、図4に示した回路構成では、上記のように第1方向性結合器1と第2方向性結合器7との間の回路により主増幅器5で発生した増幅信号中の歪成分（及びパイロット信号）を検出することが行われており、こうした歪検出を行う回路により歪検出ループが構成されている。

【0010】第2遅延線8は、信号を伝送する機能を有しており、第2方向性結合器7から入力された増幅信号を伝送して第3方向性結合器11へ出力する。第2ベクトル調整器9は、例えば後述する制御回路33による制御に従って信号の振幅や位相を調整する機能を有しており、第2方向性結合器7から入力された歪成分信号及びパイロット信号の振幅や位相を調整して、当該歪成分信号及びパイロット信号を補助増幅器10へ出力する。なお、振幅や位相の調整の仕方については後述する。補助増幅器10は、信号を増幅する増幅器から構成されており、第2ベクトル調整器9から入力された歪成分信号及びパイロット信号を所望のレベルに増幅して第3方向性結合器11へ出力する。

【0011】第3方向性結合器11は、例えば2つの入力端と1つの出力端とを有しており、一方の入力端には上記した第2遅延線8から出力された増幅信号が入力され、他方の入力端には上記した補助増幅器10から出力された歪成分信号及びパイロット信号が入力される。そして、第3方向性結合器11は、上記した2つの入力端から入力した2つの信号（すなわち、歪成分及びパイロット信号を含んだ増幅信号と、歪成分信号及びパイロット信号）とを加算して得られる信号を出力端から出力する。

【0012】ここで、第3方向性結合器11で加算される上記した2つの信号（すなわち、第3方向性結合器11に入力される2つの信号）は、上記した第2ベクトル調整器9での振幅位相調整等により逆相で加算されるように制御されており、これにより、上記した第3方向性結合器11の出力端からは、上記した第2遅延線8から入力された増幅信号中の歪成分及びパイロット信号が除去された信号が出力される。上記した第2ベクトル調整器9では、このような逆相加算が実現されるように振幅や位相の調整が行われる。また、上記した補助増幅器10での歪成分及びパイロット信号の増幅は、例えば歪除去ループにより増幅信号中の歪成分及びパイロット信号

がなるべく多く除去される程度に行われるのが好ましい。

【0013】なお、図4に示した回路構成では、上記のように第2方向性結合器7と第3方向性結合器11との間の回路により主増幅器5から出力された増幅信号中の歪成分（及びパイロット信号）を除去することが行われており、こうした歪除去を行う回路により歪除去ループが構成されている。

【0014】受信機32は、例えば結合器を用いて、第3方向性結合器11から出力される（歪除去後の）増幅信号の一部を取得し、そして、当該増幅信号に含まれるパイロット信号のレベルを検出して当該検出レベルを制御回路33に通知する機能を有している。

【0015】制御回路33は、受信機32から通知される（パイロット信号の）検出レベルに基づいて、当該検出レベルが小さく（理想的にはゼロに）なるように、上記した第2ベクトル調整器9を制御する機能を有しており、例えば上記した歪除去ループでの逆相加算が最適に行われるように当該第2ベクトル調整器9での振幅調整値や位相調整値を自動的に設定する。つまり、図4に示した構成では、第3方向性結合器11から出力される増幅信号中に残留しているパイロット信号のレベルを小さくするほど当該増幅信号中に残留している歪成分が小さくなるとみなすことができ、パイロット信号が歪除去ループの最適化のために用いられている。また、制御回路33は、第1ベクトル調整器2を制御する機能を有しており、例えば上記した歪検出ループでの逆相加算が最適に行われるように当該第1ベクトル調整器2での振幅調整値や位相調整値を自動的に設定する。

【0016】以上のように、上記図4に示した増幅装置では、歪検出ループと歪除去ループとから成る歪補償回路を備え、歪検出ループでは入力した増幅対象の信号を主増幅器5で増幅するとともに増幅した信号と前記入力信号とを逆相加算することにより主増幅器5で発生した歪成分を検出し、歪除去ループでは歪検出ループから出力された前記増幅信号と前記歪成分信号とを逆相加算することにより当該増幅信号から歪成分を除去する。このような歪検出及び歪除去を行うことにより、上記した増幅装置では、入力した信号を増幅器で増幅して出力するに際して、当該増幅器で発生する相互変調歪等を出力信号から除去することができる。

【0017】ここで、図5には、上記図4に示した歪除去ループにおける歪抑圧量の特性の一例を示してある。図5中のグラフの横軸は増幅装置により増幅処理される信号の周波数（Hz）を示しており、縦軸は歪除去ループにおける歪抑圧量（dB）を示している。なお、縦軸に関しては、値が小さくなるほど（図中の下側へいくほど）歪抑圧の効果が大きくなる。また、横軸には、歪除去ループの最適化制御に用いられるパイロット信号の周波数の位置を示してある。

【0018】上記図5に示されるように、上記図4に示した増幅装置では、歪成分信号の代わりにパイロット信号のレベルを検出して当該検出レベルが歪除去ループで抑圧されるように第2ベクトル調整器9を制御することにより歪成分信号を抑圧していることから、当該パイロット信号の周波数位置を中心として当該位置に近い周波数帯域（上記図5中の“得られる帯域”）において、必要な歪抑圧量が実現される。

【0019】なお、上記のようなパイロット信号を用いたフィードフォワード型の歪補償回路に関する従来技術の例を紹介しておく。例えば特公平7-85522号公報では、上記図4に示した増幅装置と同様に、パイロット信号を用いて歪除去ループの抑圧量を制御する技術が記載されている。また、例えば特開平7-303050号公報では、第1パイロット信号を用いて歪検出ループの抑圧量を制御するとともに、第2パイロット信号を用いて歪除去ループの抑圧量を制御する技術が記載されている。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、例えば上記図4に示したような従来の歪補償回路を備えた増幅装置では、パイロット信号を用いて歪除去ループ（歪検出ループについても同様）の最適化を行うに際して、当該パイロット信号に妨害波が与えられてしまうことがあり、このため、パイロット信号によるループの抑圧量の制御を最適に行うことができなくなってしまう場合があるといった不具合があった。特に、多周波信号（マルチトーン）を入力して増幅処理するような場合には、そのトーン数（信号の周波数の数）が多くなるに従って、相互変調歪成分が多くなることによる妨害波や、歪補償回路に入力される妨害波信号によって、パイロット信号が妨害されて歪められてしまうといった問題が大きかった。

【0021】本発明は、このような従来の課題を解決するためになされたもので、歪検出ループにより入力した信号を増幅器で増幅するとともに当該増幅器で発生した歪成分を検出し、増幅した信号から歪除去ループにより歪成分を除去する構成において、パイロット信号を用いてループの抑圧量を制御するに際して、例えばパイロット信号に妨害波が与えられてしまうような場合であっても、ループの抑圧量が精度よく制御されることを実現する増幅装置を提供することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る増幅装置では、歪検出ループと歪除去ループと制御部とを備えて、次のようにして、パイロット信号を用いて歪除去ループの抑圧量を制御する。すなわち、歪検出ループでは、分配手段が入力した信号を分配し、パイロット信号合成手段が一方の分配信号とパイロット信号とを合成し、増幅器が当該合成信号を増幅

し、歪検出手段が当該増幅信号と他方の分配信号とを逆相加算することにより前記増幅器で発生した歪成分及びパイロット信号を検出する。ここで、本発明のパイロット信号合成手段では周波数の異なる複数のパイロット信号を前記一方の分配信号と合成する。

【0023】また、歪除去ループでは、歪検出ループにより検出された歪成分信号及びパイロット信号の振幅及び位相の少なくともいずれか一方を変化させることが可能なベクトル調整手段を有しており、歪除去手段が歪検出ループから出力された前記増幅信号とベクトル調整手段から出力された歪成分信号及びパイロット信号とを逆相加算することにより当該増幅信号から歪成分及びパイロット信号を除去する。

【0024】また、制御部では、パイロット信号レベル検出手段が歪除去ループから出力された歪除去後の前記増幅信号に含まれるパイロット信号のレベルを検出し、制御手段が検出されるパイロット信号のレベルが小さくなるように上記した歪除去ループのベクトル調整手段による変化を制御する。ここで、本発明のパイロット信号レベル検出手段では上記した複数のパイロット信号の（例えばそれぞれの）レベルを検出し、本発明の制御手段では検出される複数のパイロット信号のレベルに基づいてベクトル調整手段による変化を制御する。

【0025】従って、周波数の異なる複数のパイロット信号を用いて歪除去ループの抑圧量を制御することが行われるため、例えばいずれかのパイロット信号に妨害波が与えられてしまうような場合であっても、他の（妨害波が与えられていない）パイロット信号によって歪除去ループの抑圧量を精度よく制御することができる。

【0026】ここで、増幅装置による増幅対象となる信号（入力信号）としては、特に限定はないが、上述のように、本発明は多周波信号を増幅処理するような場合に特に有効である。また、2つの信号を逆相加算するとは、上述のように、これら2つの信号を互いに位相が $180^\circ$ 反転している状態で加算することを言い、更に、例えば2つの信号の振幅を同一とした場合には、これら2つの信号を相殺させる（ゼロにする）ことができる。なお、本発明では、例えば実用上で有効な程度であれば、このような逆相加算が必ずしも $180^\circ$ の反転状態で行われなくともよく、多少の位相（振幅についても同様）のずれがあってもよい。

【0027】また、信号の振幅及び位相の少なくともいずれか一方を変化させることが可能なベクトル調整手段としては、例えば信号の振幅のみを変化させることが可能な手段（例えば可変減衰器等）が用いられてもよく、例えば信号の位相のみを変化させることが可能な手段（例えば可変位相器等）が用いられてもよく、例えば信号の振幅と位相との両方を変化させることが可能な手段（例えば可変減衰器と可変位相器との組合せ等）が用いられてもよい。



【0028】また、パイロット信号の周波数やその数としては、種々なものが用いられてもよい。また、パイロット信号レベル検出手段により検出するパイロット信号のレベルとしては、種々なレベルであってもよく、例えば電力レベルや電圧レベル等を検出する構成とすることができる。

【0029】また、検出される複数のパイロット信号のレベルに基づいて、検出されるパイロット信号のレベルが小さくなるように制御する仕方としては、種々な仕方が用いられてもよく、例えば複数のパイロット信号の中で最も妨害波の影響を受けていないとみなされるパイロット信号を用いて制御する仕方や、例えば比較的妨害波の影響を受けていないとみなされる幾つかのパイロット信号を用いて制御する仕方や、例えば全てのパイロット信号を用いて制御する仕方等を用いることが可能である。

【0030】なお、通常、検出されるパイロット信号のレベルが小さいほどループの抑圧量は最適化されることから、検出されるパイロット信号のレベルがゼロに制御されるのが（最も）好ましいと考えられるが、本発明では、例えば実用上で有効な程度であれば、必ずしも検出されるパイロット信号のレベルがゼロに制御されなくともよい。

【0031】また、上記のように周波数の異なる複数のパイロット信号を用いてループの抑圧量を制御する構成は、例えば歪検出ループに適用することも可能である。すなわち、このような増幅装置では、歪検出ループと歪除去ループと制御部とを備えて、次のようにして、パイロット信号を用いて歪検出ループの抑圧量を制御する。

【0032】すなわち、歪検出ループでは、パイロット信号合成手段が入力した信号とパイロット信号とを合成し、分配手段が当該合成信号を分配し、また、一方の分配信号の振幅及び位相の少なくともいずれか一方を変化させることが可能なベクトル調整手段を有しており、増幅器がベクトル調整手段から出力された一方の分配信号を増幅し、歪検出手段が当該増幅信号と他方の分配信号とを逆相加算することにより前記増幅器で発生した歪成分を検出する。ここで、パイロット信号合成手段では周波数の異なる複数のパイロット信号を前記入力信号と合成する。

【0033】また、歪除去ループでは、歪除去手段が歪検出ループにより検出された歪成分信号と歪検出ループから出力された前記増幅信号とを逆相加算することにより当該増幅信号から歪成分を除去する。

【0034】また、制御部では、パイロット信号レベル検出手段が歪検出ループにより検出された歪成分信号に含まれるパイロット信号のレベルを検出し、制御手段が検出されるパイロット信号のレベルが小さくなるように上記した歪検出ループのベクトル調整手段による変化を制御する。ここで、パイロット信号レベル検出手段では

上記した複数のパイロット信号の（例えばそれぞれの）レベルを検出し、制御手段では検出される複数のパイロット信号のレベルに基づいてベクトル調整手段による変化を制御する。

【0035】従って、周波数の異なる複数のパイロット信号を用いて歪検出ループの抑圧量を制御することが行われるため、例えばいずれかのパイロット信号に妨害波が与えられてしまうような場合であっても、他の（妨害波が与えられていない）パイロット信号によって歪検出ループの抑圧量を精度よく制御することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】本発明の一実施例に係る増幅装置を図面を参照して説明する。図1には、本例の歪補償回路を備えた（フィードフォワード型）共通増幅装置の構成例を示してある。同図に示した増幅装置の構成は、周波数の異なる複数のパイロット信号を用いて歪除去ループの抑圧量を制御するといった点を除いては、例えば上記図4に示した増幅装置の構成と同様である。このため、本例では、説明の便宜上から、上記図4に示した増幅装置とは異なる構成部分について詳しく説明し、同様な構成部分については上記図4と同一の符号を付して示す。

【0037】具体的に、本例の増幅装置には、歪検出ループと、歪除去ループと、制御部とが備えられている。歪検出ループには、例えば上記図4に示したものと同様な第1方向性結合器1や第1ベクトル調整器2や主増幅器5や第1遅延線6や第2方向性結合器7が備えられているとともに、本例の増幅装置の特徴点である2つのパイロット信号発生器3、4が第2ベクトル調整器2から主増幅器5へ出力される信号に対して備えられている。

【0038】また、歪除去ループには、例えば上記図4に示したものと同様な（上記した第2方向性結合器7や）第2遅延線8や第2ベクトル調整器9や補助増幅器10や第3方向性結合器11が備えられている。また、制御部には、本例の増幅装置の特徴点である2つの（パイロット信号）受信機12、13が第3方向性結合器11から出力される信号に対して備えられているとともに、本例の増幅装置の特徴点である制御回路14が備えられている。

【0039】以下では、本例の増幅装置の特徴点である上記した2つのパイロット信号発生器2、3や、2つの受信機12、13や、制御回路14について詳しく説明する。第1パイロット信号発生器3は、所定の周波数 $f_1$ の信号をパイロット信号（パイロット信号1）として発生させる機能を有している。そして、発生させられたパイロット信号1は、例えば結合器を用いて、第1ベクトル調整器2から主増幅器5に対して出力される信号と合成させられる。

【0040】また、第2パイロット信号発生器4は、上記したパイロット信号1の周波数 $f_1$ とは異なる所定の

周波数  $f_2$  の信号をパイロット信号 (パイロット信号 2) として発生させる機能を有している。そして、発生させられたパイロット信号 2 は、例えば結合器を用いて、第 1 ベクトル調整器 2 から主増幅器 5 に対して出力される信号と合成させられる。

【0041】つまり、本例では、周波数の異なる 2 つのパイロット信号 1、2 が、第 1 ベクトル調整器 2 から主増幅器 5 に対して出力される信号と合成させられる。すると、本例では、第 2 方向性結合器 7 から第 2 ベクトル調整器 9 へ出力される信号には、主増幅器 5 で発生した歪成分信号と、2 つのパイロット信号 1、2 が含まれることになる。そして、本例では、第 3 方向性結合器 11 から出力される信号には、歪除去ループで除去しきれなかった歪成分や 2 つのパイロット信号 1、2 が含まれることになる。

【0042】なお、本例では、それぞれのパイロット信号 1、2 の周波数は、調整可能な周波数の範囲において、各パイロット信号発生器 3、4 に対して任意に設定することが可能な構成となっている。また、本例では、2 つのパイロット信号 1、2 のそれぞれの周波数  $f_1$ 、 $f_2$  としては、例えばそれぞれのパイロット信号 1、2 が互いに独立に妨害波の影響を受けることが実現されるような程度で、比較的近い値が設定されている。

【0043】第 1 受信機 12 は、例えば結合器を用いて、第 3 方向性結合器 11 から出力される (歪除去後の) 増幅信号の一部を取得し、そして、当該増幅信号に含まれるパイロット信号 1 のレベルを検出して当該検出レベルを制御回路 14 に通知する機能を有している。同様に、第 2 受信機 13 は、例えば結合器を用いて、第 3 方向性結合器 11 から出力される (歪除去後の) 増幅信号の一部を取得し、そして、当該増幅信号に含まれるパイロット信号 2 のレベルを検出して当該検出レベルを制御回路 14 に通知する機能を有している。

【0044】制御回路 14 は、2 つの受信機 12、13 から通知される 2 つの (パイロット信号 1、2 の) 検出レベルに基づいて、上記した第 2 ベクトル調整器 9 を制御する機能を有しており、例えば上記した歪除去ループでの逆相加算が最適に行われるように当該第 2 ベクトル調整器 9 での振幅調整値や位相調整値を自動的に設定する。また、制御回路 14 は、第 1 ベクトル調整器 2 を制御する機能を有しており、例えば上記した歪検出ループでの逆相加算が最適に行われるように当該第 1 ベクトル調整器 2 での振幅調整値や位相調整値を自動的に設定する。

【0045】ここで、パイロット信号 1 の検出レベル及びパイロット信号 2 の検出レベルに基づいて、上記した制御回路 14 により第 2 ベクトル調整器 9 を制御する仕方の具体例を示す。まず、例えば一方のパイロット信号のみが妨害波の影響を受けてしまったとみなされるような場合には、妨害波の影響を受けていない他方のパイロ

ット信号によれば正常な制御値 (振幅調整値や位相調整値) をもって第 2 ベクトル調整器 9 を制御することができるため、制御回路 14 は、妨害波の影響を受けていない方のパイロット信号の検出レベルに基づいて、当該検出レベルが小さくなるように第 2 ベクトル調整器 9 を制御する。

【0046】なお、妨害波の影響を受けてしまった方のパイロット信号の検出レベルに基づいて制御を行うような場合には、例えば異常な制御値をもって第 2 ベクトル調整器 9 を制御してしまうような可能性もあり、この場合には、歪除去ループにおける歪抑圧量 (歪キャンセル量) が正常な場合と比べて劣化してしまうことが生じ得ると考えられる。

【0047】また、それぞれのパイロット信号が妨害波の影響を受けたか否かは、例えばそれぞれのパイロット信号の波形に異常が生じたか否かを監視することや、例えばそれぞれのパイロット信号の検出レベルに異常が生じたか否かを監視すること等により判定され得る。

【0048】また、例えば 2 つのパイロット信号 1、2 のいずれも妨害波の影響を受けていないとみなされるような場合には、いずれのパイロット信号によっても正常な制御値 (振幅調整値や位相調整値) をもって第 2 ベクトル調整器 9 を制御することができるため、制御回路 14 は、いずれか一方或いは両方のパイロット信号の検出レベルに基づいて、当該検出レベルが小さくなるように第 2 ベクトル調整器 9 を制御する。

【0049】なお、このように両方のパイロット信号とも妨害波の影響を受けていないような場合であっても、通常は、第 2 ベクトル調整器 9 の制御によって、いずれか一方のパイロット信号の検出レベルの最小値の方が他方のパイロット信号の検出レベルの最小値と比べて小さくなるため、本例の制御回路 14 では、好ましい態様として、歪除去ループにおける歪抑圧量 (歪キャンセル量) が大きい方のパイロット信号 (ここでは、前記一方のパイロット信号) に基づいてベクトル調整器 9 を制御する。

【0050】また、例えば 2 つのパイロット信号 1、2 のいずれもが妨害波の影響を受けてしまったとみなされるような場合には、いずれのパイロット信号によっても正常な制御値 (振幅調整値や位相調整値) をもって第 2 ベクトル調整器 9 を制御することは限らないが、本例のように周波数の異なる 2 つのパイロット信号を用いた場合には、従来のように 1 つのパイロット信号のみを用いた場合と比べて、異常な制御値をもって第 2 ベクトル調整器 9 を制御してしまう可能性 (確率) を低減させることができる。

【0051】なお、本例では、2 つのパイロット信号を用いたが、例えばハードウェア的或いはソフトウェア的に許容される範囲内において、より多く (3 つ以上) の周波数の異なるパイロット信号を用いるようにすれば、





更に妨害波に対して強い（つまり、歪除去ループの抑圧量を確保することが可能な）構成とすることができる。

【0052】また、それぞれのパイロット信号1、2が妨害波の影響を受けたか否かを判定する仕方の具体例として、制御回路14がそれぞれのパイロット信号1、2の検出レベルを監視して判定する仕方の一例を示す。すなわち、制御回路14では、まず、一方のパイロット信号1の検出レベルが小さくなるように第2ベクトル調整器9を制御し、これに際して、当該検出レベル（検出レベル1）をメモリに格納する。これとともに、制御回路14では、他方のパイロット信号2の検出レベルが小さくなるように第2ベクトル調整器9を制御し、これに際して、当該検出レベル（検出レベル2）をメモリに格納する。そして、制御回路14では、メモリに格納した2つの検出レベル1、2の大小を比較し、この結果、検出レベルが小さい方のパイロット信号を選択して当該パイロット信号の検出レベルに基づいて第2ベクトル調整器9を制御するようにする。

【0053】また、制御回路14がそれぞれのパイロット信号1、2の検出レベルを監視して妨害波による影響の有無を判定する仕方の他の例として、例えばパイロット信号の検出レベルに対して予め設定された閾値を用いる仕方もある。すなわち、制御回路14では、（例えば上記のような仕方を用いて選択した）一方のパイロット信号の検出レベルに基づいて第2ベクトル調整器9を制御するとともに、当該検出レベルと前記閾値との大小を比較し、この結果、当該検出レベルが当該閾値を超えた場合には他方のパイロット信号へ切り替えて、当該他方のパイロット信号の検出レベルに基づいて第2ベクトル調整器9を制御するようにする。そして、制御回路14では、同様な比較処理や切替処理を繰り返して行う。

【0054】また、図2には、本例の歪除去ループにおける歪抑圧量の特性の一例を示してある。同図中のグラフの横軸は本例の増幅装置により増幅処理される信号の周波数（Hz）を示しており、縦軸は歪除去ループにおける歪抑圧量（dB）を示している。なお、縦軸に関しては、値が小さくなるほど（図中の下側へいくほど）歪抑圧の効果が大きくなる。また、横軸には、歪除去ループの最適化制御に用いられる2つのパイロット信号1、2の周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の位置を示してある。

【0055】なお、同図では、例えば2つのパイロット信号1、2の検出レベルが共に小さくなるような（例えば2つのパイロット信号1、2の検出レベルの合計値が最小となるような）制御を行った場合における歪抑圧量の特性例を示してあり、この場合、2つのパイロット信号1、2の周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の付近の位置（同図の例では、パイロット信号1の周波数 $f_1$ の位置）で歪抑圧の効果が最大となる特性が得られる。

【0056】以上のように、本例の増幅装置では、周波数の異なる複数のパイロット信号を用いて歪除去ループ

の抑圧量を制御することが行われるため、例えばいずれかのパイロット信号に妨害波が与えられてしまうような場合であっても、他の（妨害波が与えられていない）パイロット信号によって歪除去ループの抑圧量を精度よく制御することができ、これにより、歪除去ループの抑圧量を最適化することができる。

【0057】また、本例の増幅装置では、例えば妨害波の影響を受けていないパイロット信号が複数存在するような場合には、より大きな歪抑圧量を実現することができるパイロット信号を選択して用いること等により、歪除去ループの抑圧量の特性を改善することもできる。

【0058】このように、本例の増幅装置では、例えば歪補償回路に入力される妨害波信号や主増幅器5で発生する相互変調歪成分による妨害波によって、これらの妨害波の周波数と同一の（或いは近い）周波数のパイロット信号が妨害されてしまうような場合であっても、常に、最適な状態にあるパイロット信号を選択して制御に用いること等を実行することにより、パイロット信号に対する妨害波の影響を例えば従来と比べて低減させることができ、また、例えば複数（2以上）のパイロット信号に関して妨害波が存在しないような場合には、歪除去ループの抑圧量を例えば従来と比べて改善することができる。

【0059】ここで、本例では、第1方向性結合器1が入力した信号を分配する機能により、本発明に言う分配手段が構成されている。また、本例では、2つのパイロット信号発生器3、4により発生させた周波数の異なる2つのパイロット信号を一方の分配信号と合成する機能により、本発明に言うパイロット信号合成手段が構成されている。

【0060】また、本例では、前記合成信号を増幅する主増幅器5により、本発明に言う増幅器が構成されている。また、本例では、第1ベクトル調整器2や第1遅延線6を用いて、主増幅器5による増幅信号と他方の分配信号とを第2方向性結合器7により逆相加算することにより、主増幅器5で発生した歪成分や上記した2つのパイロット信号を検出する機能により、本発明に言う歪検出手段が構成されている。

【0061】また、本例では、検出された歪成分信号及び2つのパイロット信号の振幅や位相を変化させることが可能な第2ベクトル調整器9の機能により、本発明に言うベクトル調整手段が構成されている。また、本例では、第2ベクトル調整器9や第2遅延線8を用いて、第2方向性結合器7から出力される（主増幅器5による）増幅信号と第2ベクトル調整器9から出力される歪み成分信号及び2つのパイロット信号とを第3方向性結合器11により逆相加算することにより、当該増幅信号から歪成分及び2つのパイロット信号を除去する機能により、本発明に言う歪除去手段が構成されている。

【0062】また、本例では、2つの受信機12、13



が第3方向性結合器11から出力される(歪除去後の)前記増幅信号に含まれる2つのパイロット信号のそれぞれのレベルを検出する機能により、本発明に言うパイロット信号レベル検出手段が構成されている。また、本例では、制御回路14が検出される2つのパイロット信号のレベルに基づいて、検出されるパイロット信号のレベルが小さくなるように第2ベクトル調整器9による振幅変化や位相変化を制御する機能により、本発明に言う制御手段が構成されている。

【0063】次に、上記図1に示したように周波数の異なる複数のパイロット信号を用いてループの抑圧量を制御する構成は、例えば歪検出ループに適用することも可能であり、以下では、当該構成を歪検出ループに適用した増幅装置の実施例を示す。図3には、本例の歪補償回路を備えた(フィードフォワード型)共通増幅装置の構成例を示してある。同図に示した増幅装置の構成は、周波数の異なる複数のパイロット信号を用いて歪検出ループの抑圧量を制御するといった点を除いては、例えば上記図1に示した増幅装置の構成と同様である。このため、本例では、説明の便宜上から、上記図1に示した増幅装置とは異なる構成部分について詳しく説明し、同様な構成部分については上記図1と同一の符号を付して示す。

【0064】なお、上記図3に示した本例の増幅装置では、説明の便宜上から、周波数の異なる複数のパイロット信号を用いて歪除去ループの抑圧量を制御することは行われない構成を示したが、例えば上記図1に示したように周波数の異なる複数のパイロット信号を用いて歪除去ループの抑圧量を制御する構成と、本例の図3に示すように周波数の異なる複数のパイロット信号を用いて歪検出ループの抑圧量を制御する構成との両方を備えた増幅装置を実施することも可能である。

【0065】具体的に、本例の増幅装置には、歪検出ループと、歪除去ループと、制御部とが備えられている。歪検出ループには、例えば上記図1に示したものと同様な第1方向性結合器1や第1ベクトル調整器2や主増幅器5や第1遅延線6や第2方向性結合器7が備えられているとともに、本例の増幅装置の特徴点である2つのパイロット信号発生器21、22が第1方向性結合器1に入力される信号に対して備えられている。

【0066】また、歪除去ループには、例えば上記図1に示したものと同様な(上記した第2方向性結合器7や)第2遅延線8や第2ベクトル調整器9や補助増幅器10や第3方向性結合器11が備えられている。また、制御部には、本例の増幅装置の特徴点である2つの(パイロット信号)受信機23、24が第2方向性結合器7から第2ベクトル調整器9へ出力される信号に対して備えられているとともに、本例の増幅装置の特徴点である制御回路25が備えられている。

【0067】以下では、本例の増幅装置の特徴点である

上記した2つのパイロット信号発生器21、22や、2つの受信機23、24や、制御回路25について詳しく説明する。なお、以下では、説明の便宜上から、上記図1に示した増幅装置を説明した場合と同じ符号f1、f2を用いて、2つのパイロット信号のそれぞれの周波数を示す。

【0068】第1パイロット信号発生器21は、所定の周波数f1の信号をパイロット信号(パイロット信号1)として発生させる機能を有している。そして、発生させられたパイロット信号1は、例えば結合器を用いて、第1方向性結合器1に入力される信号と合成させられる。

【0069】また、第2パイロット信号発生器22は、上記したパイロット信号1の周波数f1とは異なる所定の周波数f2の信号をパイロット信号(パイロット信号2)として発生させる機能を有している。そして、発生させられたパイロット信号2は、例えば結合器を用いて、第1方向性結合器1に入力される信号と合成させられる。

【0070】つまり、本例では、周波数の異なる2つのパイロット信号1、2が、第1方向性結合器1に入力される信号と合成させられる。すると、本例では、主増幅器5から第2方向性結合器7へ出力される信号には、前記入力信号と、2つのパイロット信号1、2と、当該主増幅器5で発生した歪成分信号が含まれることになり、また、第1遅延線6を介して第2方向性結合器7へ出力される信号には、前記入力信号と、2つのパイロット信号1、2が含まれることになる。そして、本例では、第2方向性結合器11から第2ベクトル調整器9へ出力される歪成分信号には、歪検出ループで除去しきれなかった前記入力信号や2つのパイロット信号1、2が含まれることになる。

【0071】第1受信機23は、例えば結合器を用いて、第2方向性結合器7から第2ベクトル調整器9へ出力される歪成分信号の一部を取得し、そして、当該歪成分信号に含まれるパイロット信号1のレベルを検出して当該検出レベルを制御回路25に通知する機能を有している。同様に、第2受信機24は、例えば結合器を用いて、第2方向性結合器7から第2ベクトル調整器9へ出力される歪成分信号の一部を取得し、そして、当該歪成分信号に含まれるパイロット信号2のレベルを検出して当該検出レベルを制御回路25に通知する機能を有している。

【0072】制御回路25は、2つの受信機23、24から通知される2つの(パイロット信号1、2の)検出レベルに基づいて、上記した第1ベクトル調整器2を制御する機能を有しており、例えば上記した歪検出ループでの逆相加算が最適に行われるように当該第1ベクトル調整器2での振幅調整値や位相調整値を自動的に設定する。また、制御回路25は、第2ベクトル調整器9を制



御する機能を有しており、例えば上記した歪除去ループでの逆相加算が最適に行われるように当該第2ベクトル調整器9での振幅調整値や位相調整値を自動的に設定する。

【0073】ここで、パイロット信号1の検出レベル及びパイロット信号2の検出レベルに基づいて、上記した制御回路25により第1ベクトル調整器2を制御する仕方としては、例えば上記図1に示した制御回路14について述べたのと同様な仕方等を用いることができる。

【0074】つまり、本例の増幅装置の構成では、第2方向性結合器7から出力される歪成分信号中に残留しているパイロット信号のレベルを小さくするほど当該歪成分信号中に残留している前記入力信号が小さくなるとみなすことができ、このような原理を用いて、本例では、2つのパイロット信号1、2が歪検出ループにおける（前記入力信号の）抑圧量の最適化のために用いられている。

【0075】以上のように、本例の増幅装置では、周波数の異なる複数のパイロット信号を用いて歪検出ループの抑圧量を制御することが行われるため、例えば上記図1に示した増幅装置の歪除去ループについて述べたのと同様な効果を奏することができ、具体的には、例えばいずれかのパイロット信号に妨害波が与えられてしまうような場合であっても、他の（妨害波が与えられていない）パイロット信号によって歪検出ループの抑圧量を精度よく制御すること等ができ、これにより、歪検出ループの抑圧量を最適化することができる。

【0076】ここで、本例では、2つのパイロット信号発生器21、22により発生させた周波数の異なる2つのパイロット信号を入力信号と合成する機能により、パイロット信号合成手段が構成されている。また、本例では、第1方向性結合器1が当該合成信号を分配する機能により、分配手段が構成されている。

【0077】また、本例では、一方の分配信号の振幅及び位相の少なくともいずれか一方を変化させることが可能な第1ベクトル調整器2の機能により、ベクトル調整手段が構成されている。また、本例では、第1ベクトル調整器2から出力された一方の分配信号を増幅する主増幅器5により、増幅器が構成されている。また、本例では、上記した第1ベクトル調整器2や第1遅延線6を用いて、主増幅器5による増幅信号と他方の分配信号とを第2方向性結合器7により逆相加算することにより、当該主増幅器5で発生した歪成分を検出する機能により、歪検出手段が構成されている。

【0078】また、本例では、第2遅延線8や第2ベクトル調整器9を用いて、第2方向性結合器7により検出される歪成分信号と当該第2方向性結合器7から出力される（主増幅器5による）前記増幅信号とを第3方向性結合器11により逆相加算することにより、当該増幅信号から歪成分を除去する機能により、歪除去手段が構成

されている。

【0079】また、本例では、2つの受信機23、24が第2方向性結合器7により検出された歪成分信号に含まれる2つのパイロット信号のそれぞれのレベルを検出する機能により、パイロット信号レベル検出手段が構成されている。また、本例では、制御回路25が検出される2つのパイロット信号のレベルに基づいて、検出されるパイロット信号のレベルが小さくなるように第1ベクトル調整器2による振幅変化や位相変化を制御する機能により、制御手段が構成されている。

【0080】ここで、本発明に係る増幅装置の構成としては、必ずしも以上に示したものに限られず、種々な構成が用いられてもよい。また、本発明に係る増幅装置は、信号を増幅器で増幅することを行う種々な分野に適用されてもよく、一例として、通信対象となる多周波信号の増幅を行う無線通信システムにおける増幅装置として用いることができる。

【0081】また、本発明に係る増幅装置により行われる歪除去等の各種の処理としては、例えばプロセッサやメモリ等を備えたハードウェア資源においてプロセッサがROMに格納された制御プログラムを実行することにより制御される構成が用いられてもよく、また、例えば当該処理を実行するための各機能手段が独立したハードウェア回路として構成されてもよい。また、本発明は上記の制御プログラムを格納したフロッピー（登録商標）ディスクやCD-ROM等のコンピュータにより読み取り可能な記録媒体として把握することもでき、当該制御プログラムを記録媒体からコンピュータに入力してプロセッサに実行させることにより、本発明に係る処理を遂行させることができる。

【0082】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る増幅装置によると、歪検出ループにおいて、入力信号を分配して、一方の分配信号とパイロット信号とを合成した合成信号を増幅器で増幅するとともに、当該増幅信号と他方の分配信号とを逆相加算することにより前記増幅器で発生した歪成分及びパイロット信号を検出し、歪除去ループにおいて、歪検出ループにより検出された歪成分信号及びパイロット信号の振幅や位相を変化させることが可能なベクトル調整手段を有して、歪検出ループから出力された前記増幅信号と当該ベクトル調整手段から出力された歪成分信号及びパイロット信号とを逆相加算することにより当該増幅信号から歪成分及びパイロット信号を除去し、制御部において、歪除去ループから出力された歪除去後の前記増幅信号に含まれるパイロット信号のレベルを検出して、検出されるパイロット信号のレベルが小さくなるように前記ベクトル調整手段による変化を制御するに際して、周波数の異なる複数のパイロット信号を前記一方の分配信号と合成し、これら複数のパイロット信号のレベルを検出し、検出される複数のパイロ



ト信号のレベルに基づいて前記ベクトル調整手段による変化を制御するようにしたため、例えばいずれかのパイロット信号に妨害波が与えられてしまうような場合であっても、他の（妨害波が与えられていない）パイロット信号によって歪除去ループの抑圧量を精度よく制御すること等ができ、これにより、歪除去ループの抑圧量を最適化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る共通増幅装置の構成例を示す図である。

【図2】本発明の一実施例に係る周波数に対する歪抑圧量の一特性の一例を示す図である。

【図3】他の実施例に係る共通増幅装置の構成例を示す図である。

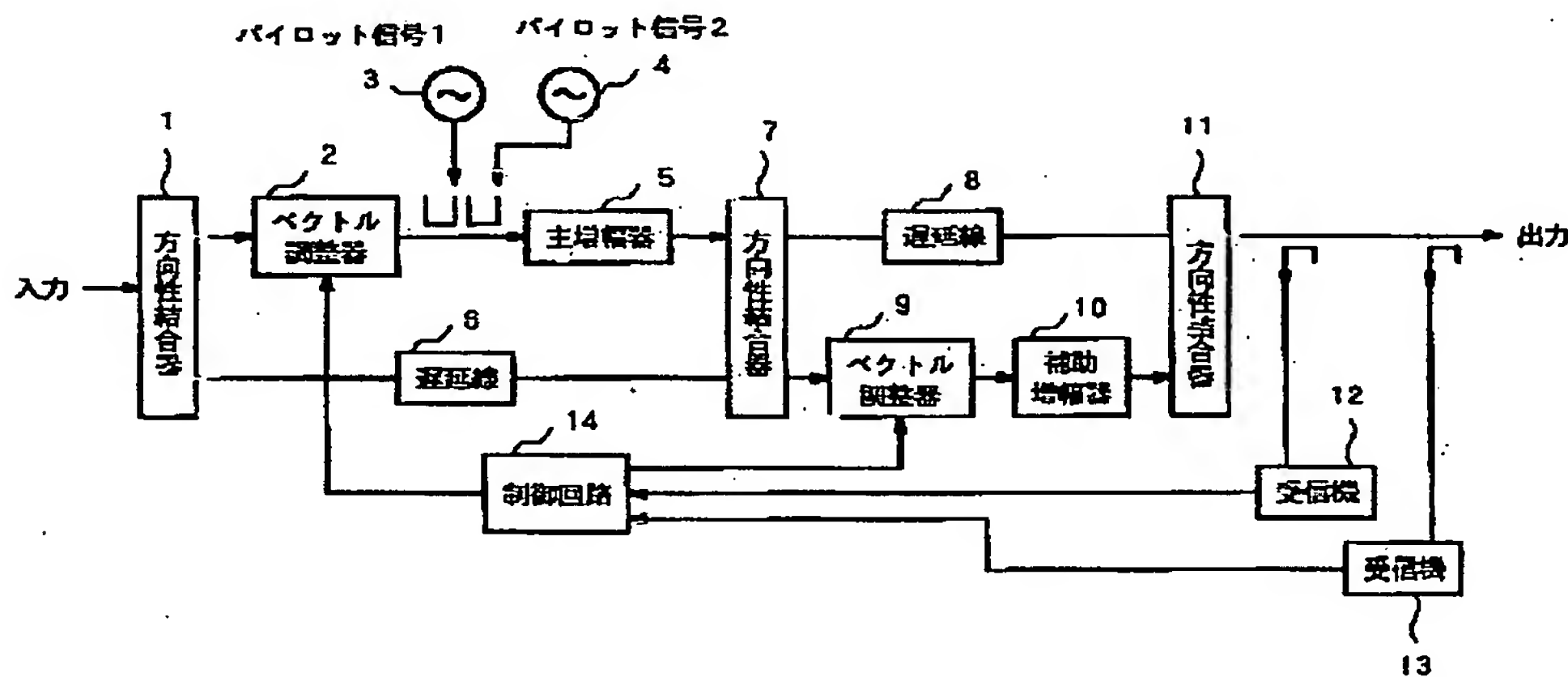
【図4】従来例に係る共通増幅装置の構成例を示す図である。

【図5】従来例に係る周波数に対する歪抑圧量の一特性の一例を示す図である。

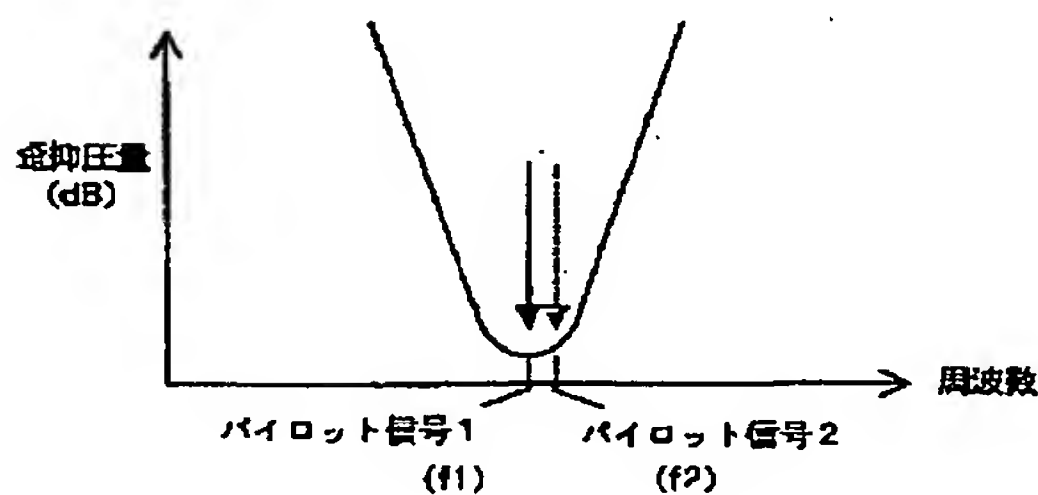
【符号の説明】

1、7、11・・・方向性結合器、2、9・・・ベクトル調整器、3、4、21、22・・・パイロット信号発生器、5・・・主増幅器、6、8・・・遅延線、10・・・補助増幅器、12、13、23、24・・・受信機、14、25・・・制御回路、

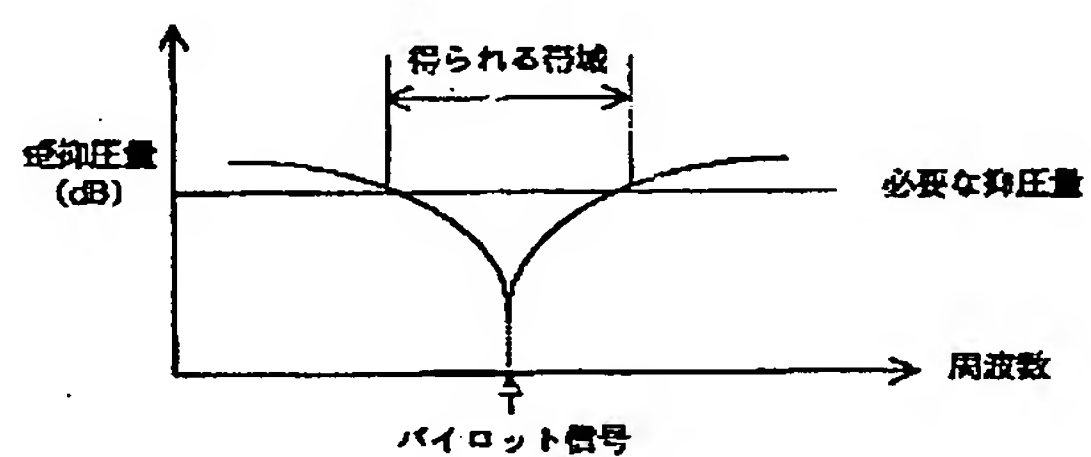
【図1】



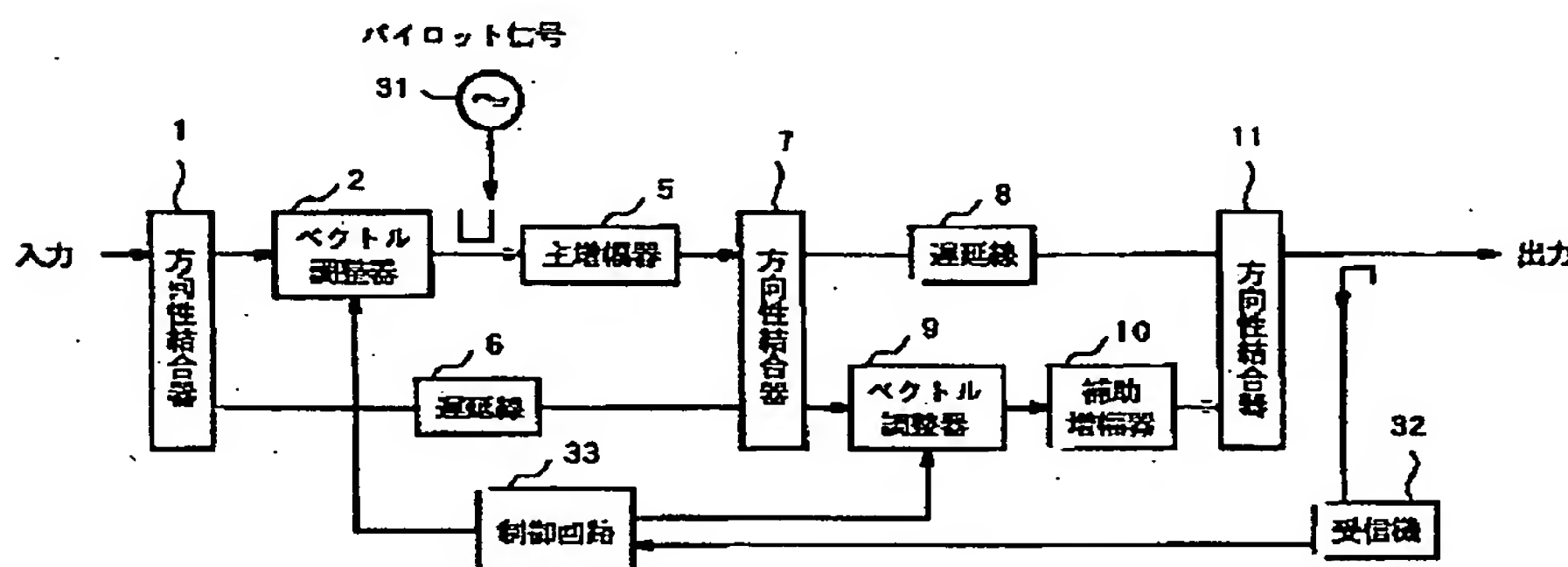
【図2】



【図5】



【図4】



【図3】

